



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL

EDUARDA CAMPOMIZZI FELICIO

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

UBÁ/MG

2014

EDUARDA CAMPOMIZZI FELÍCIO

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Iracema Mauro Batista

UBÁ/MG

2014

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Resumo

Os riscos que envolvem o meio ambiente e as necessidades da existência de uma conscientização tornou-se urgente e importante, atualmente a humanidade consome mais recursos naturais do que o planeta é capaz de repor. A construção civil é umas das grandes causadoras de impactos ambientais, pois demandam uma alta quantidade de matéria prima para realização de serviços. Com o intuito de diminuir esses impactos e ter o envolvimento com a sustentabilidade, a construção civil se transforma em construção sustentável para diminuir os impactos ambientais. O objetivo deste trabalho é apresentar materiais e técnicas sustentáveis que podem ser empregadas em uma construção sustentável. A sustentabilidade na construção civil pode ser obtida através da utilização de técnicas simples, como o telhado verde, captação de água pluvial, energia solar e materiais recicláveis, contribuindo para o desenvolvimento sem causar grandes degradações ao meio ambiente.

Palavras-chave: Construção sustentável. Telhado Verde. Água Pluvial. Material reciclável.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION

Abstract

The relationship with the environmental issue exists before society for a long time, the Risks Involving the environment and the needs of the existence of an awareness Became urgent and important, where it can be noticed humanity consumes more natural resources compatible with the replacement on our planet. The construction is Also Observed is Causing environmental impacts and the resources They use to perform Their services are Currently engaging with sustainability Occurs, Resulting in the joint construction and Becoming sustainable construction. To be the reduction of environmental impacts, the aim of this work is to find and display materials, techniques, sustainable solutions to be employed in a detached building with Eco aiming at sustainability and environmental concern. Can Conclude Thus, the then importance of sustainability on use of sustainable products such as green roof, rainwater catchment and solar energy, Relating to the construction Establishing comfort society globally Correctly in Their attitudes order to be truly sustainable.

Key-words: Sustainable Construction. Green roof. Rain water. recyclable material.

1 INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, a questão ambiental não era uma preocupação comum diante a sociedade. Debates relacionados aos riscos de degradação do meio ambiente começaram no início da década de 70 com a ideia de suprir as necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras. Assim, vive-se hoje, um momento crítico em que a humanidade deve escolher o seu futuro e não é fácil conscientizar as pessoas da importância e da urgência dessas mudanças comportamentais para não levar ao esgotamento dos recursos naturais.

Alcoforado (2008) cita que a humanidade já consome hoje mais recursos naturais do que o planeta é capaz de repor. O ritmo atual de consumo é uma ameaça para a prosperidade futura da humanidade, sendo percebido que nos últimos 45 anos, a demanda pelos recursos naturais do planeta dobrou, devido à elevação do padrão de vida dos países ricos e emergentes e ao aumento da população mundial. Atualmente, a humanidade utiliza 50% da água potável do planeta, estima-se que em 40 anos utilizará 80%. A falta dos recursos hídricos não atinge somente o abastecimento de água, por exemplo, a geração de energia hidrelétrica, nuclear e térmica é diretamente afetada com a escassez desse recurso, um fator que agrava o fornecimento de luz.

Uma das alternativas para amenizar esse problema é a construção de casas ecológicas, que pode dar uma contribuição decisiva para o crescimento sustentável com intuito de obter uma edificação que não agrida o meio ambiente, com conforto térmico, sem a necessidade de consumo de energia elétrica, com o uso racional e o reaproveitamento da água e usando materiais ecologicamente corretos na construção, interferindo o mínimo possível no meio ambiente, fazendo a natureza trabalhar a favor da arquitetura da casa.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é apresentar materiais e técnicas sustentáveis que podem ser utilizadas em uma construção civil, visando à sustentabilidade e a preocupação ambiental.

2 DESENVOLVIMENTO

Na década de 70 alguns estudiosos em várias partes do planeta esboçavam os primeiros comentários sobre questões que envolviam o tema sustentabilidade. Em seu primeiro relatório o Clube de Roma (1972) impactou a comunidade científica ao apresentar cenários bastante catastróficos sobre o futuro do planeta se o padrão desenvolvimentista permanecesse nos mesmos moldes vigentes da época.

A partir daí vários outros relatórios foram elaborados todos com o mesmo Fundamento: preservar o meio ambiente. Podemos então citar a declaração de Estocolmo (1972) que elaborou 26 princípios comuns que ofereçam aos povos do mundo inspiração e guia para preservar e melhorar o meio ambiente humano.

No presente momento a discussão sobre a sustentabilidade avança e envolve cada vez mais profissionais que em conjunto buscam soluções. Ao relatar sobre esta forma de desenvolvimento sustentável, percebeu a necessidade e urgência de encontrar maneiras para utilizar os recursos renováveis ou reutilizar os resíduos que restam da sua utilização, visando à preservação dos recursos naturais e assim, mantendo a sobrevivência de maneira confortável visando à qualidade de vida para as gerações futuras.

2.1 Sustentabilidade

O desenvolvimento sustentável é considerado uma maneira de ter atitudes corretas para manter a preservação dos recursos naturais, visando a qualidade de vida. Conforme Corrêa (2009) a sustentabilidade emerge uma forma de integração de quatro elementos: desenvolvimento econômico, que inclui habitação acessível, segurança pública, proteção do meio ambiente e mobilidade; inclusão social, reconciliando interesses para identificar e alcançar valores e objetivos comuns; previsão de objetivos em longo prazo; qualidade pela preservação da diversidade e não a quantidade.

De acordo com Corrêa (2009), falar de sustentabilidade envolve a integração das políticas ambientais de todos os estados como forma de aumentar o potencial de crescimento atual ou futuro dos países em desenvolvimento. Com a visão da sustentabilidade que surge entre homem e meio ambiente, pode-se observar a existência de dois limites, sendo o mínimo existente para o bem-estar da sociedade,

assim como também limite máximo para a utilização dos recursos naturais de modo que sejam assim preservados e estejam vinculados.

Alguns autores, tais como, Kalbusc, Ghisi e Oliveira (2008) descrevem sobre a importância do conceito da sustentabilidade ambiental em projetos de habitações, sendo considerado como um processo de reavaliação da relação entre a sociedade e o meio ambiente. A sustentabilidade se tornou um assunto importante, relacionando-se com fatores econômicos, sociais e ambientais, buscando assim estar diante a preservação do meio ambiente, através da utilização adequada dos recursos naturais de que o homem necessita para sobrevivência.

De acordo com Baldessar (2012), a sociedade procura um modelo de desenvolvimento que associa desenvolvimento com preocupações ambientais, ocorrendo uma mudança cultural em que o novo paradigma é realmente uma nova maneira de desenvolvimento, e atualmente, encontra-se à disposição diversos elementos para serem trabalhados na área da sustentabilidade, sendo extremamente importante que o profissional tenha em mente que todas as soluções que forem encontradas não podem ser consideradas perfeitas, pois são apenas uma determinada tentativa na busca de haver uma arquitetura mais sustentável, e através do avanço tecnológico sempre surgirão soluções eficazes.

A construção é o resultado da transformação dos recursos naturais em um ambiente que atenda as necessidades do ser humano, dessa forma, as cidades, com suas construções, atividades, serviços e transportes fazem uso de mais de 50% das fontes mundiais de energia, e pode-se dizer que o setor industrial da construção civil é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% dos recursos naturais, 40% da energia e 40% das emissões consideradas poluentes (MOTTA e AGUILAR, 2009).

Segundo Leite (2011), construir sustentavelmente é uma das maneiras de diminuir no impacto ambiental, existindo uma redução no retrabalho e no desperdício, com isso tem-se a garantia da qualidade do produto que será construído, com a meta de favorecer a redução do consumo de energia e de água, contratação de mão de obra e utilização de materiais produzidos formalmente, reduzir, reciclar e assim, reutilizar os materiais.

2.2 Construção sustentável

O Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB, 2002), define a construção sustentável como um processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos, criando condições satisfatórias de habitação e que estimulem a igualdade econômica.

Para se conseguir a sustentabilidade é preciso construir dentro dos parâmetros sustentáveis preocupando-se em utilizar materiais de maneira adequada e correta, visando à preservação ambiental, utilizando de maneira racional os recursos naturais.

Pode se relatar que qualquer construção para ser algo realmente sustentável tem a necessidade de atender a quatro requisitos básicos: adequação ambiental; viabilidade econômica; justiça social e aceitação cultural (CORREIA, 2009).

Conforme Leite (2011), para atingir a eficiência em uma construção sustentável há dependência de diversos fatores no processo, visando à sustentabilidade em todo o ciclo de vida da construção, ou seja, compreender as etapas desde o seu desenvolvimento e concepção, esse ciclo começa pela construção e utilização, até seu reaproveitamento ou demolição, podendo estabelecer a relação que envolve o consumo de matérias primas e geração de resíduos diante da construção sustentável. É importante considerar que o termo eficiência traz a ideia de que é possível construir grandes construções com a menor utilização de matérias primas e reutilizar os resíduos, diminuindo a quantidade final dos resíduos gerados.

Segundo Côrrea (2009), a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e também outras instituições demonstram várias formas de princípios básicos diante à construção sustentável, podendo citar alguns como:

- Aproveitamento de condições naturais locais;
- Utilização mínima de terreno e integração ao ambiente natural;
- Implantação e análise do entorno;
- Não provocar ou então reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- Qualidade ambiental tanto interna como externa;

- Gestão sustentável da implantação da obra;
- Haver adaptação às necessidades tanto atuais como futuras dos usuários;
- Utilização de matéria prima que possuem contribuir com a ecoeficiência do processo;
- Redução de consumo energético;
- Redução do consumo de água;
- Redução, reutilização, reciclagem e a disposição correta aos resíduos sólidos;
- Introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- Educação ambiental, tendo como meta a conscientização dos envolvidos no processo.

Segundo Araújo (2006), a construção sustentável é um sistema que promove intervenções no meio ambiente, adaptando-o para suas necessidades de uso, produção e consumo humano, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras. Para que isso aconteça é necessário o uso de ecomateriais e de soluções tecnológicas e inteligentes para promover o bom uso e a economia de recursos naturais, a redução da poluição e o conforto de seus moradores.

Conforme este autor (2006), as linhas-mestras que regem a construção sustentável são:

- Gestão da obra: estudo do impacto ambiental, analisando ciclo de vida da obra e materiais, aplicando critérios de sustentabilidade como: gestão de resíduos, consumo de energia para manutenção e reforma;
- Aproveitamento passivo dos recursos naturais: iluminação natural, conforto térmico e acústico, formação e interferências no clima e microclima;
- Qualidade do ar e do ambiente interior: criação de um ambiente saudável, respirante, não selado, isento de poluentes, com uso de materiais biocompatíveis, naturais, que não liberem substâncias voláteis;

- Conforto termo acústico: se necessário utilizar tecnologias eco-inteligentes para regular a temperatura e o som visando ao conforto do ser humano;
- Gestão de resíduos gerados pelo usuário: criação de área(s) para coleta seletiva do lixo e destinação de reciclagem;
- Eficiência energética: aproveitar as fontes de energia renováveis, como solar, e o emprego de dispositivos para conservação de energia;
- Gestão e economia da água: sistemas de aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis.
- Uso de materiais sustentáveis: para todas as etapas da obra;
- Conforto termo acústico: utilização do teto verde para regular a temperatura e o som visando ao conforto do ser humano;

2.3 Energia solar

No Brasil, os primeiros projetos de energia solar apareceram por volta da década de 80 e o principal foco era gerar energia elétrica em locais distantes dos centros de distribuição, como áreas rurais e comunidades isoladas, com a função de levar água, alimentar sistemas de telecomunicação e sinalização. Esse tipo de tecnologia começou a ser comercializado no Brasil a partir da crise do "Apagão" de energia, ocorrido em 2001 (MORAES, 2007).

Segundo Moraes (2007) as principais vantagens da energia solar são:

- Os recursos são inesgotáveis (energia solar);
- Não prejudica a flora e a fauna nem a qualidade do ar e da água;
- Não provoca inundações de grandes áreas;
- Não gera ruídos;
- A vida útil dos equipamentos é longa (30 anos);
- Instalada diretamente no local de consumo, não requer linhas de transmissão;
- Pode ser incorporada á arquitetura.

A FIGURA 1 mostra um sistema que converte energia solar em energia elétrica por meio de painéis de captação (coletor solar), implantados nas coberturas e telhados das construções. A energia é transformada de uma forma para outra por

um dispositivo conhecido como um transdutor. Para converter a radiação solar em eletricidade, é necessário a instalação de um painel solar. Células solares fotovoltaicas (PVC) são, essencialmente, semicondutores, que têm propriedades de transmissão elétrica existente entre condutores como metal ou água salgada e isolantes, como a borracha. Os painéis solares são construídos com folhas de silício dopado, com impurezas como fósforos adicionados que permitem que os elétrons fluam. Quando a energia cinética dos fótons solares que se deslocam atinge um PVC, um fluxo de elétrons começa a ser extraído por um par de fios, criando a corrente contínua (DC) como uma bateria. Ao instalar um painel solar para gerar energia elétrica, é importante verificar a viabilidade econômica, pois em muitos casos o retorno do investimento só vai ocorrer em alguns anos.

Existem diversas tecnologias para utilização da energia solar, de forma amplamente disponível, podendo ser usada, como uma fonte direta para energia elétrica ou pode ser transformada em outra forma de energia, como térmica ou mecânica, mas possui neste contexto, a preocupação com os custos associado a esta transformação. O Brasil é um dos países tropicais com grande intensidade de radiação solar disponível em grande parte do ano, devida a maior parte do seu território ser localizado entre os trópicos. Assim, o potencial de utilização da radiação solar como fonte alternativa para energia elétrica, torna-se viável e sustentável (DIENSTMANN, 2009).

A energia solar no Brasil tem um alto custo se comparado com a energia gerada com as hidrelétricas, seu uso em pequena escala apresenta um baixo custo sendo uma possibilidade que deve estudada e desenvolvida principalmente no uso residencial. A TABELA 1 evidencia o consumo de energia elétrica setorial no Brasil mostrando o consumo de energia no setor residencial está entre os maiores, perdendo somente para o industrial.

TABELA 1 – Consumo de energia elétrica por setor no Brasil.

	Unidade	2006	2007	% 07/06
Consumo Final Total	10 ⁶ tep	202,9	215,6	6,2
Serviços (Comercial + Público + Transportes)	10 ⁶ tep	62,4	67,1	7,6
Transporte Ciclo Otto	10 ³ bep/d	440,8	484,9	10,0
Residencial	10 ⁶ tep	22,1	22,3	0,8
Agropecuário	10 ⁶ tep	8,6	9,1	6,0
Setor Energético	10 ⁶ tep	18,8	21,0	11,8
Industrial Total	10 ⁶ tep	76,8	81,9	6,7
Cimento	10 ⁶ tep	3,1	3,4	9,3
Ferro-Gusa e Aço	10 ⁶ tep	17,0	18,2	7,4
Ferroligas	10 ⁶ tep	1,6	1,8	11,8
Não-Ferrosos	10 ⁶ tep	5,7	6,0	5,1
Química	10 ⁶ tep	7,4	7,7	4,8
Alimentos e Bebidas	10 ⁶ tep	20,1	21,3	5,7
Papel e Celulose	10 ⁶ tep	8,0	8,6	6,7
Outras Indústrias Não-Especificadas	10 ⁶ tep	13,9	15,0	8,0

Fonte: Balanço Energético Nacional (BEM, 2008)

Segundo dados do Balanço Energético Nacional (2008), a Oferta Interna de Energia (OIE) no Brasil cresceu 5,5% em 2007, ligeiramente superior ao crescimento do PIB. Tal fato deve-se principalmente ao forte crescimento na produção física de setores intensivos no uso de energia, como cimento e siderurgia. Na composição da matriz energética nacional, considerada como a participação dos diferentes insumos energéticos na OIE, a maioria das fontes teve sua participação reduzida. As exceções são os produtos da cana-de-açúcar, que passam a representar 15,9% da OIE e superam a energia hidráulica e eletricidade, que também tiveram sua participação elevada (para 14,9%), como mencionado anteriormente.

O conjunto de outras fontes primárias, que inclui a lixívia (subproduto do processo de fabricação de celulose), resíduos florestais e outras recuperações de processos industriais, também apresentou crescimento em 2007.

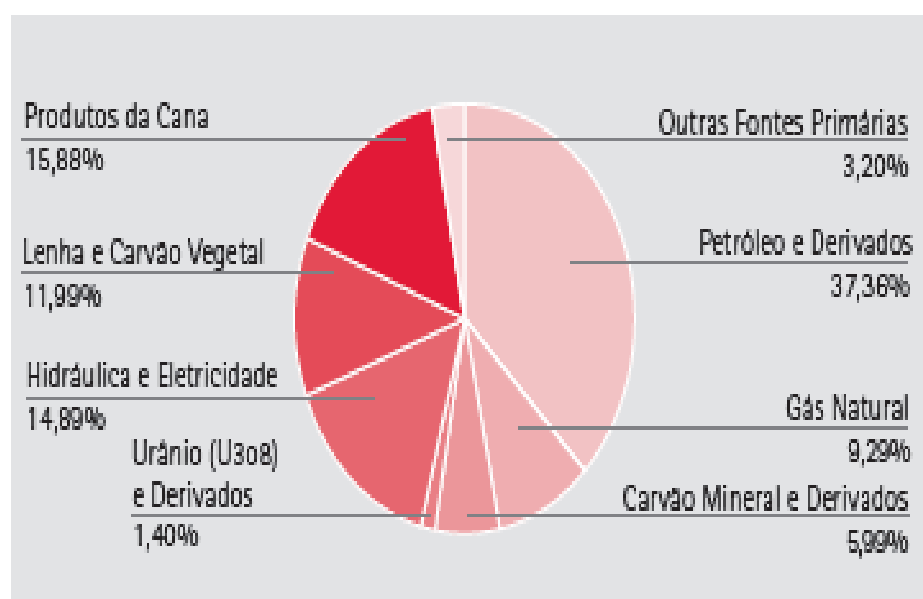
O gás natural, cuja participação na matriz energética apresentava trajetória crescente, em 2007 teve sua participação reduzida em 0,3 pontos percentuais. O petróleo e seus derivados permanecem como o grupo mais importante, embora tenham sofrido redução na participação em 0,4 pontos percentuais. A dependência externa de energia manteve-se praticamente estável, em 8,0% da OIE. Embora

tenha ocorrido um expressivo aumento na produção de etanol e bagaço de cana, as importações de petróleo e carvão mineral também apresentaram crescimento, resultando nesta estabilização da dependência externa (Balanço Energético Nacional, 2008).

O Brasil manteve vantagens comparativas com o resto do mundo em termos de utilização de fontes renováveis de energia. Em 2007, 45,9% da OIE foi de energia renovável, enquanto a média mundial foi de 12,9% e nos países da OECD foi de apenas 6,7% (valores de 2006), conforme informações da International Energy Agency.

Os gráficos a seguir apresentam a composição da matriz energética brasileira e mundial, e a comparação da participação de fontes renováveis.

GRÁFICO 1 - Oferta Interna de Energia no Brasil em 2007.



Fonte: Balanço Energético Nacional (BEM, 2008)

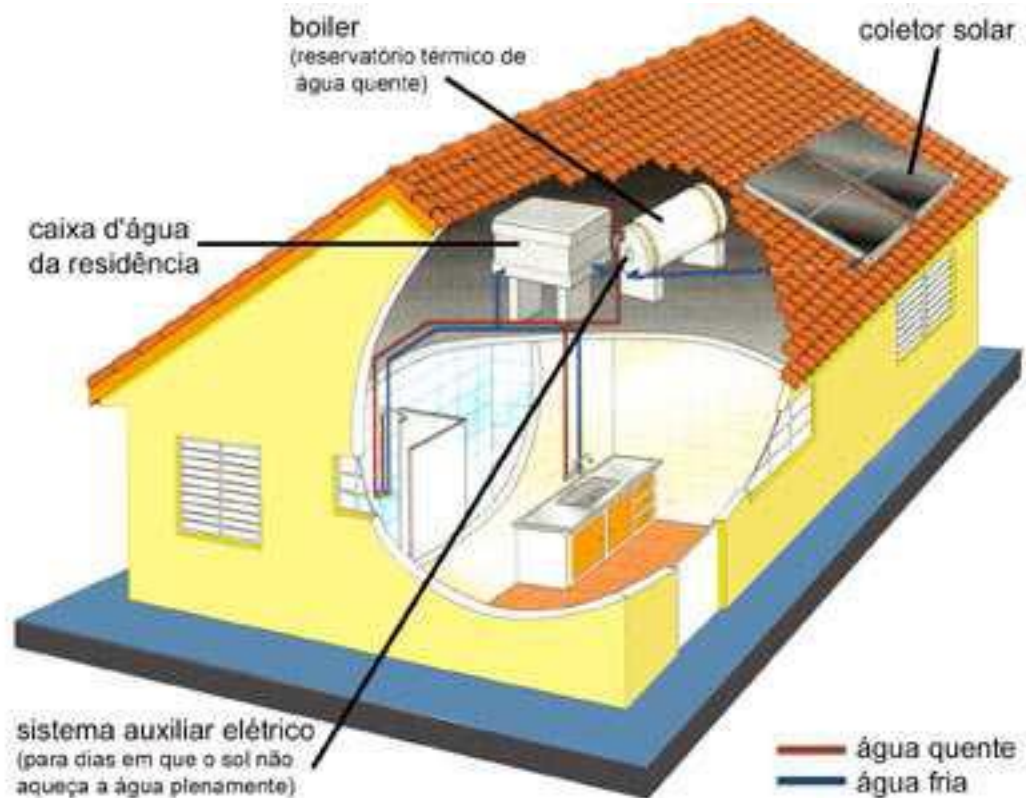
GRÁFICO 2 - Participação das Fontes Renováveis e Não Renováveis no Brasil e Mundo.



Fonte: Balanço Energético Nacional (BEM, 2008)

Em 2009 o governo brasileiro iniciou um projeto habitacional “minha casa, minha vida”, amplamente divulgado na mídia e com financiamento junto com a Caixa Econômica Federal que utiliza a energia solar para aquecimento de água, com o intuito de diminuir gastos para os habitantes e preservação do meio ambiente. De acordo com os dados da ELETROBRÁS/PROCEL (2009), no Brasil o aquecimento de água em residências contribui com cerca de 25% do consumo de energia elétrica, o aquecimento solar destaca-se como uma alternativa para redução da demanda, tendo seu potencial na substituição da energia elétrica para aquecimento de água. O Brasil possui uma área instalada de dois milhões de metros quadrados de coletores solares, com o mercado se expandindo cerca de duzentos mil metros quadrados de coletores solares podem ser instalados por ano.

FIGURA 1 - Sistema de energia solar, utilizado para aquecimento de água.



Fonte: Baima (2005), *apud*. Sala (2006).

2.4 Telhado Verde

Os telhados verdes mais antigos do Mundo são os jardins suspensos da Babilônia. No Brasil o primeiro telhado verde foi construído pelo arquiteto Roberto Burle em 1988 no prédio do Banco Sanfra em São Paulo (TOMAZ, 2005). Com o passar do tempo a construção civil vem crescendo acentuadamente devido ao crescimento populacional. Com isso as áreas verdes estão sendo substituídas por estruturas urbanas que acabam impermeabilizando cada vez mais o solo. Com o acúmulo das edificações, problemas são gerados e afetam diretamente os seres humanos. Através da perspectiva da sustentabilidade busca-se reduzir os impactos ambientais das edificações, e para minimizar os problemas gerados pelo crescimento acelerado do número de edificações.

Especificamente, os telhados verdes podem ser considerados múltiplos benefícios, visando a uma grande melhoria da qualidade ambiental, como na

atuação de inibir as zonas de calor, ser uma espécie de sequestrador de poluentes e também aumentando a biodiversidade e habitats perdidos na zona urbana. Tanto a vegetação como o substrato do solo atua sobre o controle do escoamento superficial, sendo por meio de processos de interrupção, armazenamento de água no solo e evapotranspiração, ocorrendo assim uma atenuação dos impactos da impermeabilização (TASSI *et al.*, 2014).

A empresa Ecotelhado define telhado verde como “um jardim suspenso”. Esse tipo de cobertura vegetal pode ser instalado tanto em cobertura de prédios (Laje) ou sobre telhados convencionais, como o de telha cerâmica, fibrocimento, calhetão, dentre outros. É possível fazer um telhado com uma ou várias espécies de plantas (ECOTELHADO, 2010).

Conforme Ferreira e Costa (2010), o telhado verde compõe basicamente de uma camada impermeabilizante, um sistema de drenagem eficiente, elementos que permite à vegetação adquirir baixa densidade e também boa retenção da água da chuva. A escolha da vegetação adequada se torna um dos fatores importantes para atingir uma boa eficiência desta forma de telhado, assim, a vegetação deve ter facilidade de adaptação a mudanças bruscas de temperatura devido a sua exposição direta com o sol, chuva, vento, dentre outros fatores naturais.

Quanto a classificação de telhado verde, podemos destacar dois tipos: telhado verde intensivo - caracterizado pelo uso de plantas que demandam maior consumo de água, adubo e manutenção; telhado verde extensivo – caracterizado pelo uso de plantas de alta resistência às variações pluviais e climáticas, tornando praticamente desnecessária sua manutenção com necessidade de camadas menores e leves de substratos minimizando custo da estrutura (Mary, 2008). Segundo a autora, nos telhados verdes intensivos, a profundidade do solo é significativa, permitindo a utilização de plantas de maior porte comparadas às usadas no sistema extensivo, podendo ser colocados arbustos e até árvores, mas seguem o mesmo conceito de projeto de um telhado extensivo, porém, a camada de drenagem ou retenção é mais profunda, necessitando de um sistema de irrigação, e a água proveniente do sistema de drenagem tem utilização para irrigação das plantas que são cultivadas.

Deve ser considerada adequadamente a escolha do tipo de vegetação para a implantação do telhado verde, alguns tipos de vegetação só conseguem

sobreviver em determinados climas, regiões quentes ou frias, com ou sem precipitação, dessa forma, uma análise da espécie de vegetação que irá se caracterizar no clima da região se transforma em um fator importante (FERREIRA e COSTA, 2010).

Algumas linhagens de plantas além de possuírem consideravelmente uma boa condição de gerar biomassa, também são consideradas capazes de realizar a absorção de poluentes atmosféricos com uma maior facilidade, mas, relacionado à implantação do telhado verde, constata-se que no Brasil existem pequenas quantidades de empresas especializadas na implantação desses projetos. A FIGURA 2 mostra as camadas necessárias para a construção do telhado verde.

FIGURA 2 – Camadas que compõem o telhado verde.



Fonte: Guia da construção do jornal diário de Juiz de Fora (2013).

Tassi *et al.*, (2014), descreve as características de cada camada:

(a) camada de vegetação: a cobertura vegetal deve ser adequada às condições climáticas do local. A vegetação atua interceptando uma parcela da

chuva, evitando que ela atinja o solo. É por meio do processo de evapotranspiração que a água é perdida para a atmosfera e o potencial de retenção de água no substrato é aumentado. Adicionalmente, a vegetação retarda o escoamento superficial, que passa a ocorrer quando o substrato atinge a saturação;

(b) substrato: é constituído pela camada de solo, servindo de suporte para a fixação da vegetação, fornece água e nutrientes necessários para a manutenção desta. Essa camada é importante para o armazenamento temporário da água durante os eventos chuvosos;

(c) geotêxtil: constituído de uma camada filtrante que separa as camadas de vegetais e substrato da camada drenante. Evita a migração de partículas do substrato para o interior da camada drenante, reduzindo a funcionalidade do telhado verde;

(d) camada de drenagem: em telhados praticamente horizontais, como telhados verdes, é fundamental a existência da camada de drenagem, para evitar alagamentos indesejáveis e estresse da cultura. Além disso, a camada de drenagem atua retendo parte da água da chuva, necessária para a vegetação durante períodos de estiagem;

(e) camada protetora: destina-se à retenção da umidade e nutrientes acima da estrutura do telhado, fornecendo proteção física para a membrana de impermeabilização contra o crescimento das raízes da vegetação;

(f) impermeabilização: normalmente realizada com o emprego de hidrorrepelentes, de maneira a evitar o contato da água com a estrutura do telhado; e,

(g) estrutura do telhado: deve ter a capacidade para suportar toda a carga do telhado verde.

A TABELA 2 apresenta comparação entre telhados verde e telhados convencionais relacionando diferentes parâmetros climáticos, hidrológicos, financeiros, entre outros, a partir da experiência da cidade de Portland-EUA. Os principais assuntos relacionados com a tabela são: retenção da água de chuva, melhoria da qualidade da água, qualidade do ar, conservação de energia, vegetação, espaço verde, redução das taxas de drenagem urbanas, custos compensáveis e maior durabilidade.

TABELA 2 - Comparação entre características ambientais do telhado verde e convencional baseadas na experiência de Portland-EUA.

Assunto	Telhado Verde	Telhado Convencional
Água de Chuva		
Retenção de Volume	10-35% durante a época chuvosa, 65-100% durante a época seca	Nenhuma
Mitigação da Vazão de Pico	Redução dos picos de escoamento de chuvas intensas	Nenhuma
Mitigação da Temperatura	Todas as Chuvas	Nenhuma
Melhoria da Qualidade da Água	Retém a deposição atmosférica e retarda a degradação dos materiais que compõem o telhado, menores volumes menor carreamento de poluentes	Não
Qualidade do Ar	Filtra o ar, previne o aumento da temperatura, armazena carbono	Nenhuma
Conservação de Energia	Isolamento das construções, redução dos impactos das Ilhas de Calor Urbanas	Nenhuma
Vegetação	Permite evapotranspiração sazonal, promove a fotossíntese, o oxigênio, o balanço carbono hídrico	Nenhuma
Espaço Verde	Realoca espaços verdes perdidos com as edificações, no entanto não equivalente a uma floresta	Nenhuma
Bônus no Zoneamento de Área de Piso	3 ft ² (0,3 m ²) de coeficiente de área de pavimento adicional para cada ft ² (0,09 m ²) de Telhado Ecológico quando a construção cobrir mais de 60%	Nenhuma
Redução das Taxas de Drenagem Urbanas	Pode chegar a 45%	Nenhuma
Aprovado como medida de Gestão de Água de Chuva	Para todas as necessidades atuais das cidades	Não
Habitat	Para insetos e pássaros	Nenhuma
Habitabilidade	Amortece ruídos, elimina luzes ofuscantes, alternativa estética, oferece recreação passiva	Nenhuma
Custos	Altamente variável entre 54-130 US\$/m ² para novas construções, e 75-215 US\$/m ² para reforma	Altamente variável entre 22-107 US\$/m ² para novas construções, e 43-161 US\$/m ² para reforma
Custos Compensáveis	Redução dos equipamentos de água de chuva, economia de energia, aumento do valor do aluguel e da propriedade, redução da necessidade do uso de materiais isolantes, redução do volume de esgoto, criação de indústrias e empregos	Nenhum
Durabilidade	Membrana impermeável protegida da ação da temperatura e da exposição solar dura mais de 36 anos	Pouca proteção, exposição aos elementos, dura menos de 20 anos

Fonte: Liptan e Strecker (2003).

Com relação ao aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, a adoção de sistemas de captação e armazenamento de água de chuva é cada vez mais frequente nas cidades brasileiras, seja pela escassez de água seja por força legal. Recentemente, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), criou recentemente uma comissão para elaboração dos critérios para aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em áreas urbanas, com a publicação de tal norma haverá um incentivo na implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva.

2.5 Água pluvial

A captação da água da chuva é uma prática muito difundida em países como na Austrália e a Alemanha, aonde novos sistemas vêm sendo desenvolvidos, permitindo a captação de água de boa qualidade de maneira simples e bastante eficiente em termos de custo-benefício. A utilização de água de chuva traz várias vantagens:

- Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma;
- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc;
- Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento ocorre a partir de dois anos e meio;
- Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, e disponível em abundância em todos os telhados;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios;
- Encoraja a conservação de água, a auto-suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade

A água pluvial pode ter um sistema de aproveitamento, uma vez que com o desvio da água da chuva e também reservatório pode ocorrer a retirada dos sólidos e materiais indesejáveis, realizando armazenamento em uma cisterna e após bombear a mesma para um reservatório, sendo este maior, pode voltar às atividades não potáveis, pois existe o risco de contaminação pela água coletada.

Ao se relacionar com as técnicas alternativas para o controle de escoamento pluvial junto da fonte em que é gerado, pode ocorrer à minimização dos volumes e vazões que escoam de forma superficial a valores próximos aos que ocorriam no estágio anterior à impermeabilização do solo, deve também ocorrer a inserção das técnicas em paisagem natural, promovendo um menor impacto visual, e ter como objetivo a utilização das funções da natureza promovendo o manejo das águas

pluviais, havendo em sua aplicação em ampla escala, uma ajuda para manter as importantes funções ecológicas e hidrológicas de uma bacia hidrográfica, caracterizando-se como prática sustentável voltada para a drenagem pluvial, e entre estas técnicas que empregadas, podem se exemplificar com as pequenas biorretenções, o paisagismo com a utilização da água da chuva, aproveitamento da água da chuva, as trincheiras de infiltração, os pavimentos permeáveis e os telhados verdes, dentre outras formas na aplicação das técnicas para controle do escoamento pluvial (TASSI *et al.*,; 2014).

Conforme Amorim e Pereira (2008) pode-se relatar que a água é realmente um elemento primordial para a preservação da vida sobre a Terra, mas, atualmente pode-se notar que o homem a trata, com um bem inesgotável, cuja utilização de maneira não racional, e com o crescimento populacional, gera a deterioração dos recursos hídricos causando a redução da demanda de água e a procura em como encontrar novas fontes para obter abastecimento.

O aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas envolve aos seguintes aspectos:

- Sociais: economia de recursos com a diminuição do consumo de água das concessionárias, segundo Tomaz (2005), essa economia é estimada em 30%;
- Gestão das águas urbanas: fonte alternativa ao abastecimento deste recurso hídrico na época de estiagem, redução do volume de água superficial escoado atuante nos eventos de enchentes e alagamentos, e economia no fornecimento, a quantidade de produtos químicos utilizados e os gastos com o abastecimento são reduzidos (TORDO, 2004).
- Ambientais: diminui a exploração intensiva dos recursos hídricos em fontes convencionais (represas, lagos, rios) passíveis de escassez (CARLON, 2005), promove um uso mais racional da água potável, destinação prioritária à alimentação e à dessedentação, e valoriza o recurso diminuindo a perda de água ao longo de extensos sistemas de distribuição (TORDO, 2004).

A técnica alternativa para o controle de escoamento pluvial junto da fonte onde o mesmo é gerado deve ocorrer com a inserção das técnicas em paisagem

natural, promovendo um menor impacto visual e ter como objetivo a utilização das funções da natureza promovendo o manejo das águas pluviais, aplicando-a em ampla escala como ajuda para manter as importantes funções ecológicas e hidrológicas de uma bacia hidrográfica, podendo se caracterizar pela prática sustentável voltada para a drenagem pluvial (TASSI *et al.*, 2014)

Segue abaixo um esquema de instalações para aproveitamento de águas reutilizáveis como mostra a FIGURA 3.

FIGURA 3 - Esquema das instalações destinadas ao aproveitamento



Fonte: Tomaz (2005).

Segundo Vasconcelos e Ferreira (2007), Para implantar o sistema de aproveitamento de águas pluviais são necessários os seguintes itens: área de captação de água pluvial, calhas, coletores, dispositivos de descarte de sólidos, dispositivos de desvio de água das primeiras chuvas (para carregamento das

impurezas que vem da área de captação e lavagem da atmosfera) e por fim os reservatórios.

O sistema mostrado na FIGURA 4 descarta a água das primeiras chuvas retirando assim os resíduos sólidos e impurezas que ficam acumulados sobre o telhado. Após concluído esse descarte, a água coletada nos telhados é direcionada para um reservatório que poderá ser bombeada para um reservatório superior que irá abastecer a residência nos locais onde poderão ser utilizadas água não potável, devido ao risco de contaminação.

2.6. Materiais recicláveis

A reciclagem de resíduos da construção civil é um tema muito amplo e relacionasse diretamente ao tema deste trabalho. A reciclagem visa à redução do uso de recursos naturais e permanência da matéria-prima no processo de produção.

Segundo a Resolução 307 do CONAMA, resíduos da construção civil são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solo, rocha, madeira, forro, argamassa, gesso, telha, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulho de obra, caliça ou metralha.

Alguns conceitos são apresentados visando a um melhor enquadramento quanto ao aproveitamento de resíduos como materiais de construção, conforme segue abaixo e ilustra o esquema da FIGURA 4.

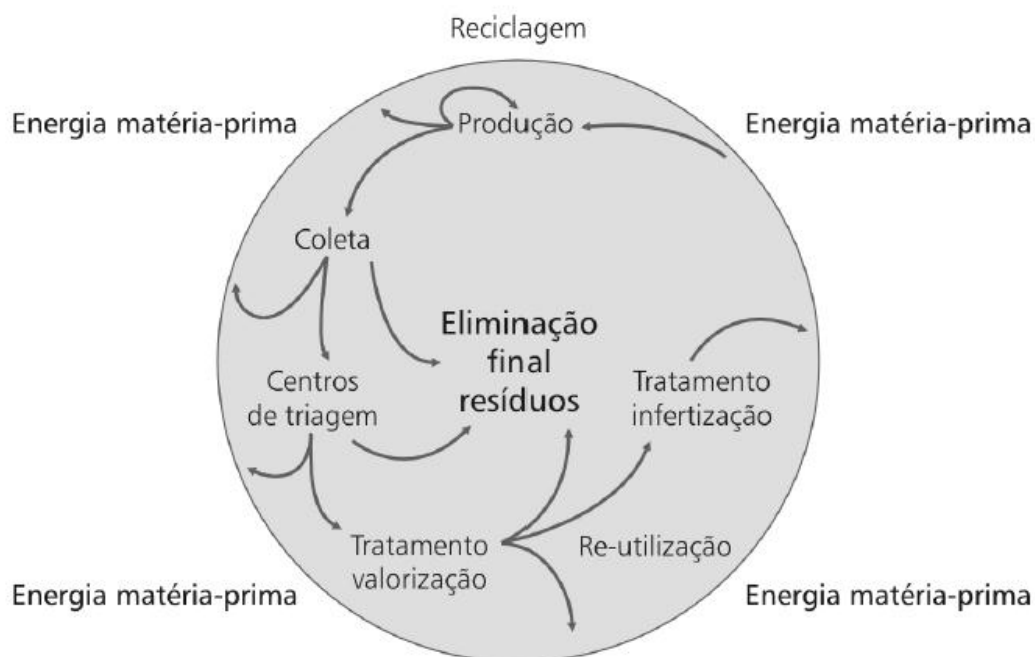
- Recuperação: retirada do resíduo do seu circuito tradicional de coleta e tratamento. Exemplo: recuperação de PET, papéis, do sistema de coleta formal, ou ainda de lodos de tratamento de efluentes destinados à eliminação em aterros controlados.

- Valorização: dar um valor comercial a um determinado resíduo. Exemplo: vidros para a produção de silicatos e vitrocerâmicos.

- Valorização energética: utilização do poder calorífico dos resíduos. Exemplo: casca de arroz usada no processo de beneficiamento e secagem do arroz, madeiras destinadas à queima em caldeiras, incorporação de lodo em matrizes para redução dos tempos de queima, visando à eficiência energética.

- Reciclagem: introduzir o resíduo no seu ciclo de produção em substituição total/parcial de uma matéria-prima. Exemplo: areia industrial oriunda do processo de extração em pedreiras, reciclagem do resíduo de construção no concreto.
- Reciclagem química: valorização sob a forma de produtos químicos.
- Reemprego: novo emprego de um resíduo para uso análogo ao seu primeiro ciclo de produção. Exemplo: incorporação de argamassas ainda no estado fresco reprocessadas (moinho ANVAR) para produção de uma nova argamassa, uso da água de lavagem de caminhões-betoneiras na produção de concretos.
- Reutilização: aproveitamento de um resíduo, uma ou mais vezes, na sua forma original, sem beneficiamento. Exemplo: reutilização da areia de fundição nos moldes.

FIGURA 4 – Esquematisação dos processos de aproveitamento de resíduos (redução de matéria-prima e eficiência energética).



Fonte: Curtius e Fiedler (2002).

Uma proposta de gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos deve priorizar sempre a redução da geração de resíduos na fonte. No entanto, quando existir a geração dos resíduos, deve-se buscar a reutilização ou a reciclagem. Somente quando não existir possibilidade de reciclá-los é que os resíduos devem

ser incinerados (com recuperação de energia) ou aterrados. Um processo de reciclagem de qualidade requer um resíduo de qualidade, o que implica segregar os resíduos junto à fonte geradora, ou seja, nos próprios canteiros de obra. Para que o ciclo da reciclagem se estabeleça, é fundamental que o construtor/gerador tenha consciência da importância do seu papel neste processo. Primeiro, com relação à adoção de uma postura racional e criativa, que facilite a evolução das técnicas construtivas e de gestão de recursos humanos, viabilizando assim a redução de diferentes formas de desperdício.

Segundo, com relação à segregação dos resíduos nos canteiros de obra, o que permite assegurar uma maior qualidade dos resíduos e reduzir custos de beneficiamento, fortalecendo o processo de produção de materiais reciclados. A viabilização da coleta seletiva envolve o desenvolvimento de um Plano de Gerenciamento de Resíduos em cada obra, incluindo a conscientização e sensibilização da mão-de-obra e a introdução de rotinas de segregação/armazenamento dos resíduos e a organização dos seus fluxos.

A reciclagem de resíduos industriais, ou co-processamento, é o segundo método mais utilizado na destinação final de resíduos industriais no Brasil, atrás apenas do aterro industrial (ver Resolução CONAMA Nº. 264). Co-processar significa substituir combustível e/ou matéria prima por resíduos industriais na produção do clínquer, precursor do cimento, ou seja, é a destruição térmica dos resíduos, perigosos ou não. Duas grandes empresas brasileiras do setor cimenteiro possuem segmento especial para lidar com o co-processamento. Os tipos de resíduos que podem ser co-processados são, em sua maioria, oriundos das indústrias petroquímicas, automobilística, alimentícia e mineração.

Depois de serem descartados, os resíduos recicláveis passam por diversas etapas até se tornarem novos materiais. Essas etapas variam de acordo com cada tipo de material, devido à especificidade de cada um e aos diferentes processos de reciclagem existentes para cada.

Dentre os problemas que dificultam as práticas de reciclagem o maior obstáculo a ser vencido talvez seja a falta da cultura da reciclagem. Para torná-la viável todos os envolvidos deveriam cumprir seus papéis, os clientes, que devem avaliar a real necessidade de construir, diante da possibilidade de adequar um edifício existente às suas necessidades; empresas construtoras, que devem buscar

reduzir as perdas e a geração de resíduos por meio da adoção de métodos construtivos mais racionais e governo local, fiscalizando geradores e transportadores, visando coibir as disposições irregulares dos resíduos em áreas públicas e/ou privadas que não tenham licença ambiental e estimulando o uso de materiais reciclados nas obras públicas, em especial as de habitações populares.

Segundo Motta e Fernandes (2003), a implementação de medidas para atenuação dos impactos ambientais oriundos das atividades do setor da construção civil faz-se necessária, visto o grande volume de geração desse resíduo, bem como dos transtornos que o mesmo provoca. Porém, aspectos importantes como classificação dos agregados e garantia de qualidade ainda precisam de aprimoramento para consagração do emprego dessa técnica. Dessa forma, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas inerentes a aplicação desse resíduo em obras civis. As FIGURAS 5 e 6 apresentam uma forma de separar os resíduos por categorias acondicionando em baias dependendo das características.

FIGURA 5 - Baía contendo restos de sacos de cimento e papelão.



Fonte: Motta e Fernandes (2003).

FIGURA 6 - Baía contendo restos de madeira.



Fonte: Motta e Fernandes (2003).

A preocupação com o ambiente envolve também os materiais recicláveis, gerando consequentemente uma melhora ao meio ambiente e também com o setor econômico e para se atingir um desenvolvimento sustentável devem ocorrer algumas mudanças na construção civil, pois através da mesma podemos notar impactos ambientais. O grande desperdício de materiais na construção civil brasileira é real, e bem elevado. Carneiro *et al.*, (2001 *apud* MOTTA e FERNANDES, 2003), relata que os resíduos gerados nessa atividade possuem uma considerável heterogeneidade em termos da sua composição. Sua quantidade varia de 54% a 70% dos resíduos sólidos urbanos de cidades brasileiras como o Rio de Janeiro e Belo Horizonte, representando uma geração per capita entre 0,4 e 0,76 t/hab/ano (MOTTA; FERNANDES, 2003). Medidas simples como a separação dos resíduos contribuem para o aproveitamento dos mesmos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção sustentável é hoje uma opção de aliar desenvolvimento com sustentabilidade. A questão ambiental está presente em diversos setores devido aos riscos de degradação, a população de forma geral se preocupa em encontrar soluções e mudanças comportamentais para não gerar o esgotamento dos recursos naturais.

A adoção de simples medidas sustentáveis é essencial começar a desenvolver técnicas que contribuam com a preservação ambiental. Isto pretende demonstrar a importância do tema em termos gerais, sendo que essas medidas podem ser adotadas não só pelo poder público, como também pela iniciativa privada e pela população.

A sociedade deve se preocupar em buscar um novo modelo para solucionar os problemas de degradação ambiental, visando o desenvolvimento sustentável. A sustentabilidade é uma maneira favorável em relação ao meio ambiente e a qualidade de vida da sociedade, podendo trazer benefícios diante a sobrevivência e a utilização dos recursos ambientais.

Evidencia-se que existem vários sistemas que podem ser adotados para ter o desenvolvimento sustentável de forma viável, como uso do telhado verde, a utilização da água pluvial e reaproveitamento de materiais recicláveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, S.V.; PEREIRA, D.J.A. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial.** *Ambiente Construído*; v. 8; n. 2; p. 53-66; Porto Alegre; Abr./Jun. 2008. ISSN 1678-8621. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/5359/3284>>. Acesso em: 26 de out. de 2014.

BALDESSAR, S.M.N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada.** Curitiba; 2012. Disponível em: <<http://www.prppg.ufpr.br/ppgcc/sites/www.prppg.ufpr.br/ppgcc/files/dissertacoes/d0168.pdf>>. Acesso em 24 de out. de 2014.

CARLON, M. R. **Percepção dos Atores Sociais Quanto às Alternativas de Implantação de Sistemas de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva em Joinville – SC.** 2005. 202f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, Santa Catarina, 2005.

CASTELUCCI, S.O. **Captação e utilização de águas pluviais para fins não potáveis.** São Paulo; 2010. Disponível em: <http://lanxess.com/en/media-download/captacao-e-utilizacao-de-aguas-pluviais-para-fins-nao-potaveis_pt/>. Acesso em: 31 de outubro de 2014.

CORRÊA, L.R. **Sustentabilidade na construção civil.** Rio de Janeiro; 2009. Disponível em: <<http://especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%20E3o%20CivilL.pdf>>. Acesso em 24 de out. de 2014.

CURTIUS, A. J.; FIEDLER, H. D. **Análise de metais e qualidade analítica.** Meio ambiente e carvão: impactos da exploração e utilização. Porto Alegre: FEPAM, 2002. p. 211-227.

DIENSTMANN, G. **Energia solar.** Porto Alegre; Dez.2009. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24308/000736300.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 31 de out. de 2014.

FERREIRA, B.Z.N.; COSTA, C.C. **Sustentabilidade nas edificações: telhado verde.** Curitiba; 2010. Disponível em: <http://aplicacoes.up.edu.br/biblioteca/arquivos/biblioteca_publicador/TCC2010/Engenharia%20Civil/SUSTENTABILIDADE%20NAS%20EDIFICA%C3%87%C3%95ES%20TELHADO%20VERDE.pdf>. Acesso em 21 de out. de 2014.

KALBUSCH, A.; GHISI, E.; OLIVEIRA, R. **Sustentabilidade ambiental e conservação da água em projetos de edifício para habitação**. Florianópolis; 2008. Disponível em: <http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-4.pdf>. Acesso em 24 de out. de 2014.

LEITE, V.F. **Certificação ambiental na construção civil – sistemas LEED e AQUA**. Belo Horizonte; 2011. Disponível em: <http://meioambienteconstrucao.com.br/downloads/pesquisas-academicas/selos-verdes-construcao-civil/certificacoes-leed-e-aqua-trabalho-final-graduacao.pdf>. Acesso em 24 de out. de 2014.

LIPTAN, T.; STRECKER E. Ecoroofs (Greenroofs) – **A More Sustainable Infrastructure**. In: NATIONAL CONFERENCE ON URBAN STORM WATER: ENHANCING PROGRAMS AT THE LOCAL LEVEL, 2003, Chicago. Proceedings... Cincinnati: U.S. Environmental Protection Agency., [2003]. p. 198-214

LUZ, A.J.S. **Produção de tijolo ecológico e a construção de habitação em São Luis** – MA. Maranhão; 2008. Disponível em: <http://inama.comunidades.net/index.php?pagina=1525922057>. Acessado em 31 de outubro de 2014.

MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. **Tecnologias construtivas para a sustentabilidade da construção**. ISBN: 978-989-95194-1-1; Depósito Legal: 248993/06. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6887/1/Indice%20-%20Tecnologias%20Construtivas%20para%20a%20Sustentabilidade%20da%20Constru%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em 24 de out. de 2014.

MARTINS, F.R.; PEREIRA, E.B.; ECHER, M.P.S. **Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geoestacionário** – o Projeto Swera. Revista Brasileira de Ensino de Física; v.26; n. 2; p. 145 – 159; 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172004000200010. Acesso em 31 de out. de 2014.

MOTTA, S.R.F.; AGUILAR, M.T.P. **Sustentabilidade e processo de projeto de edificações**. Gestão & Tecnologia de Projetos; v. 4; n. 1; Minas Gerais; mai. 2009. Disponível em: <http://www.iau.usp.br/gestaodeprojetos/index.php/gestaodeprojetos/article/view/79/107>. Acesso em 24 de out. de 2014.

MOTTA, L. M. G.; FERNANDES, C. **Utilização de Resíduo Sólido da Construção Civil em Pavimentação Urbana**. 12ª Reunião de Pavimentação Urbana, ABPv, Aracaju, Sergipe. 2003

PAIVA, P.A. **A reciclagem na construção civil: como economia de custo**. Revista Eletrônica de Administração; v. 4, n.1; 2005. Disponível em: <<http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/rea/article/view/185/37>>. Acesso em 31 de out. de 2014.

VASCONCELOS, L.F., FERREIRA, O.M. **Captação de água de chuva para uso domiciliar: estudo de caso**. Goiânia; 2007. Disponível em:<<http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/CAPTA%C3%87%C3%83O%20DE%20C3%81GUA%20DE%20CHUVA%20PARA%20USO%20DOMICILIAR.pdf>>. Acesso em 31 de out. de 2014.

TASSI, R.; TASSINARI, L.C.S.; PICCILLI, D.G.A.; PERSCH, C.G. **Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais**. Ambiente Construído; v. 14; n. 1; p. 139 – 154; Porto Alegre; jan./mar. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v14n1/v14n1a12.pdf>>. Acesso em 26 de out. de 2014.

TORDO, O. C. **Caracterização e Avaliação de Águas de Chuva Para Fins Potáveis**. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva**: Para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180p.

SILVA, A.C.B.; ASSIS, B.S.; SILVA, E.G.; DARC, K.K.; FARIA, K.A.F.; NETO, O.O.; LAGE, S.O.M. **Século XXI cupinzeiro: estrutura e construção sustentável. exacta**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2 – Edição Especial Interdisciplinaridade. p. 75-85. (2011). Editora UniBH. Disponível em: <<http://revistas.unibh.br/index.php/dcet/article/view/354>>. Acesso em 26 de out. de 2014.